

RECORD COPY PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office : only

PCT/FI 9 8 / 0 0 2 3 9

International Application No.

International Filing Date

18 MAR 1998

(18.03.98)

The Finnish Patent Office
PCT International Application

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference

(if desired) (12 characters maximum) 2970136PC/su

Box No. I TITLE OF INVENTION

Stripe-line inductor

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e., country) of residence if no State of residence is indicated below.)

MICRONAS OY
Kamreerintie 2
FIN- 02770 Espoo
Finland

☐

This person is also inventor

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

State (i.e., country) of nationality:

FI

State (i.e., country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:

☐

all designated States

☒

all designated States except the United States of America

☐

the United States of America only

☐

the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e., country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SIREN Esko
Kirstinmäki 17 D 76
FIN- 02760 Espoo
Finland

This person is:

☐

applicant only

☒

applicant and inventor

☐

inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e., country) of nationality:

FI

State (i.e., country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:

☐

all designated States

☐

all designated States except the United States of America

☒

the United States of America only

☐

the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒

agent

☐

common representative

Name and address:

(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

KOLSTER OY AB
Iso Roobertinkatu 23
P.O. Box 148
FIN-00121 Helsinki
Finland

Telephone No.

358-9-618821

Facsimile No.

358-9-602244

Teleprinter No.

☐ Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

Box No. V DESIGNATION OF STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):

Regional Patent

- ☒ AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☒ EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☒ OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> AL Albania | <input checked="" type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM Armenia | <input checked="" type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT Austria and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia | <input checked="" type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input checked="" type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input checked="" type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB Barbados | |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input checked="" type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil | <input checked="" type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY Belarus | <input checked="" type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norway |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input checked="" type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input checked="" type="checkbox"/> PL Poland |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU Cuba | <input checked="" type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ Czech Republic and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> RO Romania |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE Germany and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK Denmark and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE Estonia and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES Spain | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI Finland and Utility Model | <input checked="" type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input checked="" type="checkbox"/> SK Slovakia and Utility Model |
| <input checked="" type="checkbox"/> GE Georgia | <input checked="" type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> GH Ghana | <input checked="" type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GM Gambia | <input checked="" type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau | <input checked="" type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input checked="" type="checkbox"/> HU Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input checked="" type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input checked="" type="checkbox"/> IS Iceland | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KE Kenya | <input checked="" type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input checked="" type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input checked="" type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| | <input checked="" type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LR Liberia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LS Lesotho | |

Check-boxes reserved for designating States (for the purposes of a national patent) which have become party to the PCT after issuance of this sheet

In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except the designation(s) of _____

The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

Box No. VI PRIORITY CLAIMFurther priority claims are indicated in the Supplemental Box ☐

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Country (in which, or for which, the application was filed)	Filing Date (day/month/year)	Application No.	Office of filing (only for regional or international application)
item (1) Fi	20 March 1997 (20.03.1997)	971180	
item (2)			
item (3)			

Mark the following check-box if the certified copy of the earlier application is to be issued by the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office (a fee may be required):

- ☒ The receiving Office is hereby requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s) : (1)

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITYChoice of International Searching Authority (ISA) (If two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used): **ISA /SE**

Earlier search Fill in where a search (international, international-type or other) by the International Searching Authority has already been carried out or requested and the Authority is now requested to base the international search to the extent possible, on the results of that earlier search. Identify such search or request either by reference to the relevant application (or the translation thereof) or by reference to the search request

Country (or regional Office):

Date (day/month/year):

Number:

Box No. VIII CHECK LIST

This international application contains the following number of sheets:

1. request : 3 sheets
2. description : 11 sheets
3. claims : 3 sheets
4. abstract : 1 sheets
5. drawings : 5 sheets

Total : 23 sheets

This international application is accompanied by the item(s) marked below

1. ☐ separate signed power of attorney
2. ☐ copy of general power of attorney
3. ☐ statement explaining lack of signature
4. ☐ priority document(s) identified in Box No. VI as item(s):
5. ☒ fee calculation sheet
6. ☐ separate indications concerning deposited microorganisms
7. ☐ nucleotide and/or amino acid sequence listing diskette
8. ☒ other (specify): official action

Figure No. 5 of the drawings (if any) should accompany the abstract when it is published.

Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request)

KOLSTER OY AB



Tapio Äkräs

For receiving Office use only

1. Date of actual receipt of the purported international application:	18 MAR 1998 (18-03-1998)	2. Drawings:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:		<input type="checkbox"/> received
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):		<input type="checkbox"/> not received:
5. International Searching Authority specified by the applicant: ISA/ Se	6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

For International Bureau use only

Date of receipt of the record copy by the International Bureau:

06 APRIL 1998

(06.04.98)

Stripe-line -kela

Keksintö liittyy yleisesti stripe-line -kelaan, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdinkierroksen valmistettuna kantajasubstraatin yhteen tai useampaan kerrokseen.

Keloja valmistetaan tai integroidaan erilaisilla tekniikoilla ja materiaaleilla erilaisille substraateille. Esimerkiksi integroitujen piirien valmistusteknologiaa voidaan käyttää muodostamaan tasomainen kela yhdessä tai useammassa johtavassa kerroksessa. Tällaiselle kelalle on ominaista, että se koostuu monista kierroksista, jolloin peräkkäisten kierrosten osat ovat keskenään rinnakkain. Kelajohtimen mikä tahansa osa voi mennä ristiin kelajohtimen toisen osan kanssa.

Kuviossa 1 on havainnollistettu erästä tekniikan tason mukaista kela. Kela 1 käsittää liuskajohtimen 2, joka muodostaa 13 suorakulmaista, spiraalimaisesti sisäkkäistä johdinkierrosta kantajasubstraatin 10 yhdessä johtavassa kerroksessa. Kelan 1 liuskajohtimen 2 toinen pää on kytketty kytkentäjohtimella 4 kytkentänapaan 5. Liuskajohtimen 2 sisempi pää on kytketty läpiviennillä 7 substraatin 10 toisessa johtavassa kerroksessa olevaan kytkentäjohtimeen 9, joka ulottuu toisessa johtavassa tasossa kelan 1 keskeltä sen ulkopuolelle. Kytkentäjohtimen 9 ulompi pää on kytketty läpiviennillä 8 kytkentäjohtimeen 3, joka on samassa substraatin johtavassa tasossa kuin kela 1. Kytkentäjohdin 3 on kytketty toiseen kytkentänapaan 6.

Kelan monien kierrosten vaikutus on, että keskinäisinduktanssivaikutus kasvattaa magneettikentän (H) kautta kelan induktanssia (L). Kelajohtimessa kulkeva virta synnyttää sisäisen magneettikentän itse johtimeen, ja tästä on seurauksena virran jakautuminen johtimessa, ts. pintavaikutus tai pintailmiö (skin effect). Monista

johdinkierroksista johtuva magneettikenttä on voimakkain kelan keskellä. Virtaa kuljettavan kelajohtimen sisäisen magneettikentän lisäksi kelajohdinkierrokseen vaikuttaa tämä muiden kerrosten aiheuttama ulkoinen magneettikenttä. Sisimmät kelan johdinkierrokset kokevat voimakkaimman johtimen ulkopuolisen kentän. Keskinäisinduktanssi-vaikutuksen ja pintavaikutuksen lisäksi kelan magneettikenttä indusoi sähkömotorisen voiman ja aiheuttaa pyörrevirtoja kelajohtimissa ja johtavissa kerroksissa, jotka altistuvat tälle magneettikentälle. Kuviossa 2 on esitetty osuus tekniikan tason mukaisesta leveästä liuskajohtimesta 2, johon vaikuttaa kelan magneettikentän aiheuttama magneettivuon tiheysvektori B (yksikkö $T = \text{Tesla}$). Tämä kelan kenttä B indusoi liuskajohtimeen 2 pyörrevirtoja I_e , joiden suunta on esitetty kaavamaisesti kuviossa 2. Yksi seuraus tästä on, että pyörrevirrat I_e kuluttavat tehoa, niin että liuskajohtimen 2, joka magneettivuontiheyden aiheuttaa, resistanssi on suurempi vaihtovirralla kuin mitä se olisi ollut tasavirralla. Samaan aikaan virran jakautuminen liuskajohtimessa 2 muuttuu, koska johtimen sisäisen magneettikentän aiheuttamat pyörrevirrat pyrkivät vastustamaan päävirtaa liuskajohtimessa 2 ja pakottamaan sen lähelle pintaa, aiheuttaen näin virrantiheyden kasvun liuskajohtimen 2 pintaa kohti. Tämä ilmiö on edellä mainittu pintavaikutus, joka tulee yhä merkityksellisemmäksi taajuuden kasvaessa, kunnes, suhteellisen korkeilla taajuuksilla, virta kulkee lähes täysin ohuessa "ulkopinnassa", kun taas virtatiheys johtimen keskellä pienenee lähes nol-
laan. Liuskajohtimessa 2 esiintyvät pyörrevirrat aiheuttavat tehohäviöitä ja ne nähdään kelan suorituskyvyn heikkenemisenä, ts. kelan hyvyysluvun (Q) pienenemisenä. Edellä kuvattua pyörrevirtojen kasvua kelan yhdessä johdinsilmukassa lähellä olevan toisen johdinsilmukan aiheuttaman magneettikenttäkomponentin olemassaolon vuoksi,

kutsutaan myös "lähivaikutukseksi" (proximity effect).

Esillä olevan keksinnön päämääränä on stripe-line -kela, jossa pyörrevirtojen aiheuttama tehonmenetys ja
hyvyystekijän (Q) pieneneminen on merkittävästi vä-
häisempää kuin tekniikan tason stripe-line -keloissa.

Tämä saavutetaan keksinnön mukaisella stripe-line -kelalla, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdin-
kierroksen valmistettuna kantajasubstraatin yhteen tai
useampaan kerrokseen. Keksinnön mukaiselle kelalle on
tunnusomaista, että

kelan liuskajohdin muodostuu kahdesta tai useam-
masta rinnakkaisesta ja/tai päällekkäisestä osaliuskas-
ta, jotka on päistä kytketty toisiinsa, ja että

rinnakkaisten ja/tai päällekkäisten osaliuskojen
järjestys vaihtuu ainakin kerran liuskajohtimen koko-
naispituuden aikana.

Pyörrevirtojen tai lähivaikutuksen aiheuttaman
tehohäviön määrä on verrannollinen magneettivuon tiheys-
vektorin poikkipinta-alaan liuskajohtimen pinnalla, ts.
johtimen pintaan nähden kohtisuorassa olevaan kokonais-
magneettivuohon. Täten, mitä leveämpi on kelajohdin,
sitä suurempia ovat indusoitunut sähkömotorinen voima ja
pyörrevirtatehohäviö. Keksinnön ensimmäisen piirteen
mukaisesti kelan liuskajohdin on jaettu rinnakkaisiin
osaliuskoihin, mikä pienentää yksittäisen johtimen le-
veyttä ja täten magneettivuon tiheyden poikkipinta-alaa
johdinpinnalla. Tässä rinnakkainen tarkoittaa, että osa-
liuskat ovat kyljittäin toistensa kanssa ja/tai toinen
toistensa päällä. Johtimen osaliuskat, jotka ovat yhdel-
lä johdinreitillä, muodostavat kimpun, jossa osaliusko-
jen johdinreitin kulkusuunnassa yhteenlaskettu poikki-
pinta-ala voi olla samaa suuruusluokkaa kuin yhtenäisel-
lä leveällä liuskajohtimella tekniikan tason mukaisissa
keloissa. Kimpun osaliuskojen ei kuitenkaan välttämättä
tarvitse olla lähellä toisiaan. Keksinnössä kuhunkin

yksittäiseen kapeaan osaliuskaan vaikuttaa pienempi sähkömotorisen voiman indusoiva kokonaismagneettivuon ja siinä syntyy pienemmät pyörrevirrat kuin tekniikan tason mukaisessa yhtenäisessä leveässä liuskajohtimessa. Koska
5 keksinnön mukaiset osaliuskat ovat yhtä pitkiä kuin perinteinen yhtenäinen leveä liuskajohdin, pyörrevirran kulkeman reitin pituus (ja sitä kautta pyörrevirran kokema resistanssi) ei muutu, ja koska indusoitunut sähkömotorinen voima on paljon pienempi, myös pyörrevirtatehohäviö on merkittävästi pienempi.
10

Perinteistä leveää liuskajohdinta vastaavan kelaajohtimen aikaansaamiseksi keksinnön mukaiset osaliuskat on kuitenkin kytkettävä toisiinsa kimpun päissä. Tällöin muodostuu suljettu silmukka pyörrevirrälle, joka on seurausta sähkömotorisesta voimasta, joka johtuu magneettivuon tiheydestä kimppujohtimen kokonaispinta-alaan
15 nähden. Toisin sanoen ulkopuolisen magneettikentän kannalta päistään yhteen kytketyn osaliuskakimpun pinta-ala on sama kuin yhtenäisen leveän liuskajohtimen. Tämä osittain kumoo vaikutuksen, joka saavutetaan kunkin osaliuskan indusoituneelle sähkömotoriselle voimalle tarjoamasta pienemmästä pinta-alasta. Tämän edun kumoutuminen on kuitenkin vain osittaista, koska magneettivuon tiheys ei ole vakio osaliuskakimpun koko pituudella ja täten muutamia pyörrevirtareittejä ei ole
20 ole massa kimpun osissa, jotka ovat heikon ulkopuolisen magneettikentän alaisia. Kuitenkin, jotta kumottaisiin tämä suljetun silmukan pyörrevirtahäviö, joka johtuu osaliuskakimpun päiden yhteenkytkennästä, esillä olevassa keksinnössä käännetään tai muutetaan osaliuskajohtinten järjestystä tietyssä pisteessä kimpun päiden välissä. Tämä tehdään, jotta saataisiin vastakkaiset sähkömotoriset voimat kimpun päissä yhteenkytkettyjen osaliuskojen
25 muodostamien suljettujen silmukoiden osissa, jotka ovat kääntö- tai vaihtopisteen eri puolilla. Järjestyksen
30
35

kääntäminen voidaan tehdä useammin kuin kerran, mistä seuraa monien sellaisten sähkömotoristen voimien kumoutuminen siten, että niiden summa on nolla tai pienentynyt.

5 Keksinnön mukaisella kelalla voidaan merkittävästi pienentää pyörrevirtoja, pyörrevirtahäviöitä sekä kasvattaa kelan hyvyyslukua verrattuna tekniikan tason mukaisiin keloihin.

10 Keksintöä selitetään seuraavassa yksityiskoh-
taisemmin ensisijaisten suoritustuotojen avulla viitaten oheiseen piirrookseen, jossa

 kuvio 1 esittää tekniikan tason mukaista stripe-line -kelaa,

15 kuvio 2 havainnollistaa tekniikan tason mukaista yhtenäistä leveää johdinliuskaa sekä pyörrevirtojen syntymistä siinä,

 kuvio 3 havainnollistaa keksinnön mukaisten osaliuskojen kimppua sekä pyörrevirtojen syntymistä osaliuskoissa,

20 kuvio 4 havainnollistaa keksinnön mukaista osaliuskojen kimppua, jossa osaliuskat on kytketty päistä toisiinsa, sekä pyörrevirtojen syntymistä tällaisessa kimpussa,

25 kuvio 5 havainnollistaa keksinnön mukaista osaliuskojen kimppua, jossa osaliuskat on kytketty päistään yhteen ja jossa on suoritettu osaliuskojen järjestyksen kääntäminen, sekä pyörrevirtojen syntymistä tällaisessa kimpussa,

30 kuviot 6, 7 ja 8 esittävät erilaisia keksinnön mukaisia stripe-line -keloja.

35 Esillä olevaa keksintöä voidaan soveltaa kaikissa stripe-line -keloissa, jotka valmistetaan tai integroidaan eri tyyppisille kantajasubstraateille tai kantajarakenteisiin käyttäen erilaisia valmistustekniikoita ja materiaaleja. Valmistustekniikat voivat käsittää esi-

merkiksi integroitujen piirien valmistusteknologian, ohutkalvoteknologian, paksukalvoteknologian, piirilevyteknologian, kirjoitusteknologian jne. Kantajasubstraatti voi olla esimerkiksi integroitu piirisiru, keraaminen alusta, dielektrinen materiaali, piirilevy, jne.

Kuvioon 2 viitaten, kuten aikaisemmin todettiin, pyörrevirroista I_e tai lähivaikutuksesta johtuva tehomenetyksen P määrä on verrannollinen johdinliuskan 2 ulkoisen magneettivuontiheyden näkemään pinta-alaan. Esimerkiksi kuviossa 2 johdinliuskan 2 leveys on $4w$ (w = pituusyksikkö) ja pyörrevirtojen aiheuttama jännite V_e on verrannollinen leveyteen $4w$ ja pyörrevirtatehomenetys P on verrannollinen leveyden neliöön $(4w)^2$. Kuten tästä riippuvuudesta voidaan nähdä, johtimen leveyden kasvaessa myös indusoitunut sähkömotorinen voima ja pyörrevirtatehohäviö kasvavat.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön mukainen osaliuskajohtimien kimppu. Kimppu käsittää neljä osaliuskajohtinta 31, 32, 33 ja 34, joiden kunkin leveys on w (ts. $1/4$ kuvion 2 liuskajohtimen 2 leveydestä). Kuhunkin osaliuskajohtimeen vaikuttaa magneettivuontiheys B , joka synnyttää niihin vastaavan pyörrevirran I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} ja I_{e4} . Koska yksittäisen osaliuskajohtimen 31-34 pinta-ala on pienempi kuin kuvion 2 liuskajohtimen 2 pinta-ala, tästä seuraa pienempi magneettivuontiheyden B indusoiva sähkömotorinen voima ja pienemmät pyörrevirrat kussakin osaliuskassa. Lisäksi koska osaliuskajohtimien 31-34 pituus on sama kuin kuvion 2 liuskajohtimen pituus, pyörrevirran I_{e1} - I_{e4} kulkeman reitin pituus ja siten myös pyörrevirtahäviövastuksen suuruus ei muutu, ja koska indusoitunut sähkömotorinen voima on paljon pienempi, pyörrevirtahäviö pienenee merkittävästi.

Kuviossa 4 on jälleen esitetty keksinnön mukainen osaliuskajohtimien 41, 42, 43 ja 44 kimppu, mutta nyt osaliuskajohtimet 41-44 on kytketty päistään toisiinsa

kytkentänavoilla 45 ja 46. Jälleen magneettivuontiheys B indusoi yksittäisiin osaliuskajohtimiin 41-44 pyörrevirrat I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} ja I_{e4} . Koska kuviossa 4 kimppu on kytketty päistään yhteen, magneettivuontiheys B vaikuttaa osaliuskajohdinten 41-44 kokonaispinta-alaan, mistä indusoituva sähkömotorinen voima aiheuttaa osaliuskajohtimien välisiä pyörrevirtoja I_{e12} , I_{e13} , I_{e14} , I_{e23} , I_{e24} ja I_{e34} . Kytkentänapojen 45 ja 46 muodostaman suljetun silmukan vuoksi pyörrevirtojen vaikutus on samantyyppinen kuin kuvion 2 liuskajohtimessa 2. Tämä osittain kumoaa yksittäisen osaliuskajohtimen pienemmästä pinta-alasta saadun edun. Käytännön kelarakenteissa osa edusta kuitenkin säilyy, koska magneettivuon tiheys B ei yleensä ole vakio koko johdinkimpuun 41-44 pituudella, ja tämän vuoksi kaikkia pyörrevirtareittejä ei ole olemassa niissä kimpun osissa, jotka ovat heikon magneettikentän alaisia.

Kuviossa 5 on esitetty osaliuskajohtimien 51, 52, 53 ja 54 kimppu, jossa osaliuskajohtimet on kytketty päistään toisiinsa kytkentänavoilla 45 ja 46, samalla tavoin kuin kuviossa 4. Kuviossa 5 osaliuskajohdinten 51-54 järjestys on kuitenkin käännetty päinvastaiseksi tietyssä käännoispisteessä 59 kimpun kokonaispituuden aikana. Järjestyksen muuttaminen tai kääntäminen tehdään, jotta aikaansaataisiin vastakkaiset sähkömotoriset voimat käännoispisteen 59 molemmille puolille. Tämän seurauksena osaliuskajohdinkimpuun eri päissä osaliuskajohtimista toiseen kytkeytyvät sähkömotoriset voimat ovat vastakkaismerkkiset ja kumoavat toisensa, jolloin pyörrevirtaa ei synny. Esimerkiksi käännoispisteessä näkyvä osaliuskajohtimesta 51 kytkentänavan 45 kautta osaliuskajohtimeen 54 induoituva sähkömotorinen voima on vastakkaismerkkinen kuin osaliuskajohtimesta 51 kytkentänavan 46 kautta osaliuskajohtimeen 54 induoituva sähkömotorinen voima. Nämä sähkömotoriset voimat kumoavat

toisensa. Näin kuviossa 5 saavutetaan tilanne, jossa pyörrevirtojen synnyttämä jännite V_e on verrannollinen yksittäisen osaliuskan leveyteen w ja pyörrevirtatehohäviö on verrannollinen arvoon $4w^2$. Näin on saavutettu kuvion 3 ideaalitapausta vastaava tilanne, jossa pyörrevirtatehohäviöt ovat vain $1/4$ kuvion 2 johdinliuskan häviöihin verrattuna.

Koska keksinnön mukainen kela valmistetaan tai integroidaan jollakin kuviointi- ja/tai depositiotekniikalla tai tarkalla asennustekniikalla, johdinmateriaalien sijainnit ja geometriat ovat hyvin tunnettuja. Osaliuskojen paikkojen järjestystä pääjohdintien, ts. osaliuskaryhmän sisäpuolella, voidaan kääntää tai muuttaa useita kertoja, niin että ulkoisesta magneettivuosta johtuva sähkömotorisen voiman nettoarvo missä tahansa suljetussa silmukassa, joka muodostuu johdinliuskaryhmän päistään yhteenkytkettyjen johdinliuskojen parista, on nolla tai pienentynyt. Ulkoisella magneettivuolla tarkoitetaan tässä magneettivuota, joka syntyy osaliuskaryhmän tämän osan ulkopuolella kelan muussa osassa. Osaliuskaryhmä voi olla nippu siten, että ryhmän muodostavat osaliuskat ovat lähellä toisiaan. Vaihtoehtoisesti eri osaliuskaryhmät voivat olla keskenään sekoitettuja.

Kun osaliuskojen järjestys ryhmän sisällä käännetään ja/tai muutetaan sellaisella tavalla, että sähkömotoristen voimien, jotka johtuvat ryhmän pyörrevirtasilmukoihin vaikuttavasta ulkoisesta magneettikentästä, kokonaissumma on nolla tai pienentynyt, osaliuskaryhmän virran itsensä aiheuttama sisäinen magneettikenttä pyrkii pienentämään virtaa niissä osaliuskoista, jotka ovat lähellä käännöksen ja/tai muutoksen aksiaalista symmetriaviivaa (ts. keskellä kuviossa 5) ja kasvattamaan virtaa ryhmän osaliuskoissa, jotka ovat lähellä ryhmän ulkorajaa. Tämä tunnetaan pintavaikutuksena. Kun johdinmateriaalin sijainnit ja geometriat tunnetaan hyvin, voi-

daan, sen lisäksi että käännetään ja/tai muutetaan osaliuskojen järjestystä ryhmän sisällä pyörrevirtahäviön pienentämiseksi, lisäksi muuttaa ja/tai kääntää osaliuskojen järjestystä ryhmän sisällä myös sellaisella tavalla, että ryhmän sisäisestä magneettivuosta johtuva sähkömotorinen kokonaisvoima missä tahansa suljetussa silmukassa, joka muodostuu ryhmän päistään yhteenkytkettyjen osaliuskojen parista, on nolla tai pienentynyt.

Toisin sanoen keksinnön mukaisesti osaliuskojen järjestyksen vaihtojen/kääntöjen lukumäärä ja sijainnit voidaan mitoittaa tapauskohtaisesti pienentämään tai nollaamaan yksi tai useampi yllä mainituista suureista.

Keksinnön mukainen kela voi muodostua yhdestä tai useammasta johtavasta kerroksesta kantavassa substraattissa. Nämä kerrokset muodostetaan esimerkiksi planaari-tekniologialla, ts. kukin johdinmateriaalikerros muodostetaan silloin kun sitä tarvitaan. Kimpun eli johdinryhmän johtavat osaliuskat ovat kyljittäin toistensa kanssa ja/tai toinen toisensa päällä. Johtimien ristiinmenoja muodostetaan sellaisiin paikkoihin, joissa johtavat osaliuskat kääntävät ja/tai muuttavat järjestystään. Johdinten ristiinvedot kelassa voidaan mahdollisesti tehdä vaihtamalla johdinkerroksesta toiseen tai kirjoittamalla johdinmateriaali ja ei-johtava kerros samanaikaisesti kelan johdinreitin suunnassa.

Edellä on kuvattu keksinnön mukaisen kelan periaatteellista rakennetta. Kuvioissa 6, 7 ja 8 on esitetty muutamia esimerkkejä keksinnön mukaisesti toteutetuista stripe-line -keloista.

Kuviossa 6 kantajasubstraatin (ei esitetty) yhteen johtavaan kerrokseen on muodostettu ensimmäinen osaliuskojen 61, 62, 63 ja 64 kimppu, ja toinen osaliuskojen 65, 66, 67 ja 68 kimppu. Kumpikin osaliuskakimppu muodostaa noin kaksi kelajohdinkierrosta sisäkkäin. Kimpun 61-64 ensimmäiset päät 69 on kytketty kytkentänapaan

45, joka myös kytkee osaliuskat 61-64 toisiinsa. Kimpun 65-68 ensimmäiset päät 71 on kytketty kytkentäjohtimilla 74 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) kytkentänapaan 46, joka myös kytkee osaliuskat 65-68 toisiinsa. Osaliuskajohtimien 61-64 toiset päät 70 on kytketty kytkentäjohtimilla 73 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) osaliuskojen 65-68 toisiin päihin 72 siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisesti. Toisin sanoen ensimmäisen kimpun ensimmäinen (uloin) osaliuska 61 kytketään toisen kimpun neljänteen (sisimpään) osaliuskaan 68. Vastaavasti ensimmäisen kimpun toinen (toiseksi uloin) osaliuska 62 kytketään toisen kimpun kolmanteen (toiseksi sisin) osaliuskaan 67. Edelleen ensimmäisen kimpun kolmas (toiseksi sisin) osaliuska 63 kytketään toisen kimpun toiseen (toiseksi uloin) osaliuskaan 66. Vastaavasti ensimmäisen kimpun neljäs (sisin) osaliuska on kytketty toisen kimpun ensimmäiseen (uloimpaan) osaliuskaan 65. Näin aikaansaadaan kuvion 5 periaatteen toteuttava kela, jossa on alhaiset pyörrevirtahäviöt ja korkea hyvyysluku Q.

Kuviossa 7 on esitetty toinen keksinnön mukainen kela, joka käsittää substraatin (ei esitetty) yhdessä johtavassa kerroksessa ensimmäisen osaliuskojen kimpun 74, 75, 76 ja 77, toisen osaliuskojen kimpun 81, 82, 83 ja 84, ja kolmannen osaliuskojen kimpun 91, 92, 93 ja 94. Ensimmäisen osaliuskojen kimpun 74-77 ensimmäiset päät on kytketty kytkentänapaan 45 ja toisiinsa. Vastaavasti toisen osaliuskakimpun 81-84 ensimmäiset päät on kytketty kytkentänapaan 46 ja toisiinsa. Ensimmäisen kimpun toiset päät 70A, 70B, 70C ja 70D on kytketty kytkentäjohtimilla 85, 86, 87 ja 88 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) kolmannen kimpun 91-94 ensimmäisiin päihin 90A, 90B, 90C ja 90D siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisella tavalla. Kolmannen kimpun 91-94 toiset päät 95A, 95B, 95C ja 95D on

puolestaan kytketty kytkentäjohtimilla (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) 97, 98, 99 ja 100 toisen kimpun 81-84 toisiin päihin 72A, 72B, 72C ja 72D siten, että osaliuskojen järjestys jälleen kääntyy. Tässä kela-

5 esimerkissä tapahtuu siten kaksi osaliuskojen järjestyksen kääntämistä kytkentänapojen 45 ja 46 välillä.

Kuvioissa 8A, 8B ja 8C on havainnollistettu erästä tapaa, jolla keksinnön mukainen kela voidaan toteuttaa kantajasubstraatin kahdessa johtavassa kerroksessa.

10 Kuvio 8A esittää ensimmäisen osaliuskakimpun 109, joka sisältää osaliuskat 110, 111, 112 ja 113. Kimpun 109 ensimmäiset päät 115 on kytketty kytkentänapaan 45, joka kytkee myös osaliuskat 110-113 toisiinsa. Kuvio 8B esittää toisen osaliuskakimpun 119, joka sisältää osaliuskat

15 120, 121, 122 ja 123. Osaliuskakimpun 119 ensimmäiset päät 116 on kytketty kytkentänapaan 46, joka kytkee osaliuskat 120-123 toisiinsa. Kuviossa 8C on havainnollistettu keksinnön mukaista kela, jossa kimppu 109 on sijoitettu substraatin ensimmäiseen johtavaan kerrokseen

20 ja kimppu 119 on sijoitettu substraatin toiseen johtavaan kerrokseen. Kuviossa 8C ei havainnollisuuden vuoksi näy kimppujen 109 ja 119 välissä olevaa substraatin eristekerrosta. Kimpun 109 toiset päät 114A-114D on kytketty läpivienneillä kimpun 119 toisiin päihin 117A-117D

25 siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisella tavalla. Näin saadaan jälleen kuvion 5 periaatteen mukainen kela.

Edellä on keksintöä havainnollistettu muutamien kelarakenteiden avulla. Edellä oleva selitys on kuitenkin tarkoitettu vain havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Yksityiskohdiltaan keksinnön mukainen kela voi vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa ja hengessä.

30

Patenttivaatimukset

1. Stripe-line kela, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdinkierroksen valmistettuna kanta-
5 jasubstraatin (10) yhteen tai useampaan kerrokseen, t u n n e t t u siitä, että

kelan liuskajohdin muodostuu kahdesta tai useammasta rinnakkaisesta ja/tai päällekkäisestä osaliuskasta (31-32, 41-42, 51-52, 61-68, 74-77, 81-84, 91-94, 110-
10 113, 120-123), jotka on päistä kytketty toisiinsa, ja että

rinnakkaisten ja/tai päällekkäisten osaliuskojen järjestys vaihtuu (59) ainakin kerran liuskajohtimen kokonaispituuden aikana.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että

osaliuskojen (51-54) järjestys vaihtuu sellaisessa kohdassa liuskajohdinta, että osaliuskajohdinsilmukoihin ennen vaihtokohtaa (59) indusoituneet sähkömotoriset voimat ja osaliuskajohdinsilmukoihin vaihtokohdan
20 jälkeen indusoituneet sähkömotoriset voimat oleellisesti kumoavat toisensa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että osaliuskojen järjestys
25 vaihtuu käänteiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kelan kaikki liuskajohdinkierrokset (61-68, 74-77, 81-84, 91-94) ovat samassa kerroksessa kantajasubstraatilla (10), ja että osaliuskajohdinten järjestys on vaihdettu kytkentäjohtimilla
30 (73, 85-88, 97-100) toisessa kerroksessa.

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kelan liuskajohdinkierrokset (110-113, 120-123) ovat kahdessa tai useammassa kerroksessa kantajasubstraatilla (10), ja että osaliuska-
35

johdinten järjestys on vaihdettu kerrosten välisillä läpivienneillä (114A-D; 117A-D).

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1-5 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kela käsittää
5 ensimmäisen rinnakkaisten osaliuskojen (51-54, 61-64, 110-113) ryhmän, jossa osaliuskat on ensimmäisestä päästään (45, 69, 115) kytketty yhteen,

10 toisen rinnakkaisten osaliuskojen (51-54, 65-68, 120-123) ryhmän, jossa osaliuskat on ensimmäisestä päästään (46, 71, 116) kytketty yhteen,

ensimmäisen ryhmän osaliuskojen toiset päät (59, 70, 114A-114D) on kytketty toisen ryhmän osaliuskojen toisiin päihin (59, 72, 117A-D) siten, että osaliuskojen järjestys vaihtuu.

15 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ja toinen ryhmä käsittävät kumpikin N osaliuskaa, ensimmäisen ja toisen ryhmän järjestys on kytketty vaihtumaan käänteiseksi siten, että ensimmäisen ryhmän i:s osaliuska on kytketty
20 toisen ryhmän $[N-(i-1)]$:nteen osaliuskaan, missä $i=1, \dots, N$ ja $N=1, 2, \dots$.

8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen (61-64) ja toinen (65-68) osaliuskojen ryhmä ovat sisäkkäin kantasubstraatin (10) samassa kerroksessa.
25

9. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen (110-113) ja toinen (120-123) osaliuskojen ryhmä ovat kantasubstraatin eri kerroksissa.

30 10. Patenttivaatimuksen 6, 7, 8 tai 9 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kela käsittää kolme tai useampaa osaliuskojen ryhmää kytkettynä peräkkäin siten, että osaliuskojen järjestystä muutetaan jokaisessa ryhmien välisessä kytkentäpisteessä.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen
kela, t u n n e t t u siitä, että se on valmistettu
ohutkalvotekniikalla, paksukalvotekniikalla, integroitu-
jen piirien valmistustekniikalla, piirilevytekniikalla,
5 kirjoitustekniikalla tai muulla vastaavalla tekniikalla.

(57) Tiivistelmä

Keksintö liittyy stripe-line -kelaan, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdinkierroksen valmistettuna kantasubstraatin yhteen tai useampaan kerrokseen. Kelan liuskajohdin on jaettu rinnakkaisiin osaliuskoihin (52,53,54, 55), mikä pienentää yksittäisen johtimen leveyttä ja täten magneettivuon tiheyden poikkipinta-alaa johdinpinnalla. Osaliuskat kytketään yhteen kelajohtimen päissä (45,46). Jotta kumottaisiin tästä johtuva suljetun silmukan pyörrevirtahäviö, osaliuskajohdinten järjestystä käännetään tai muutetaan tietyssä pisteessä (59) kimpun päiden välissä.

(Kuvio 5)

1/5

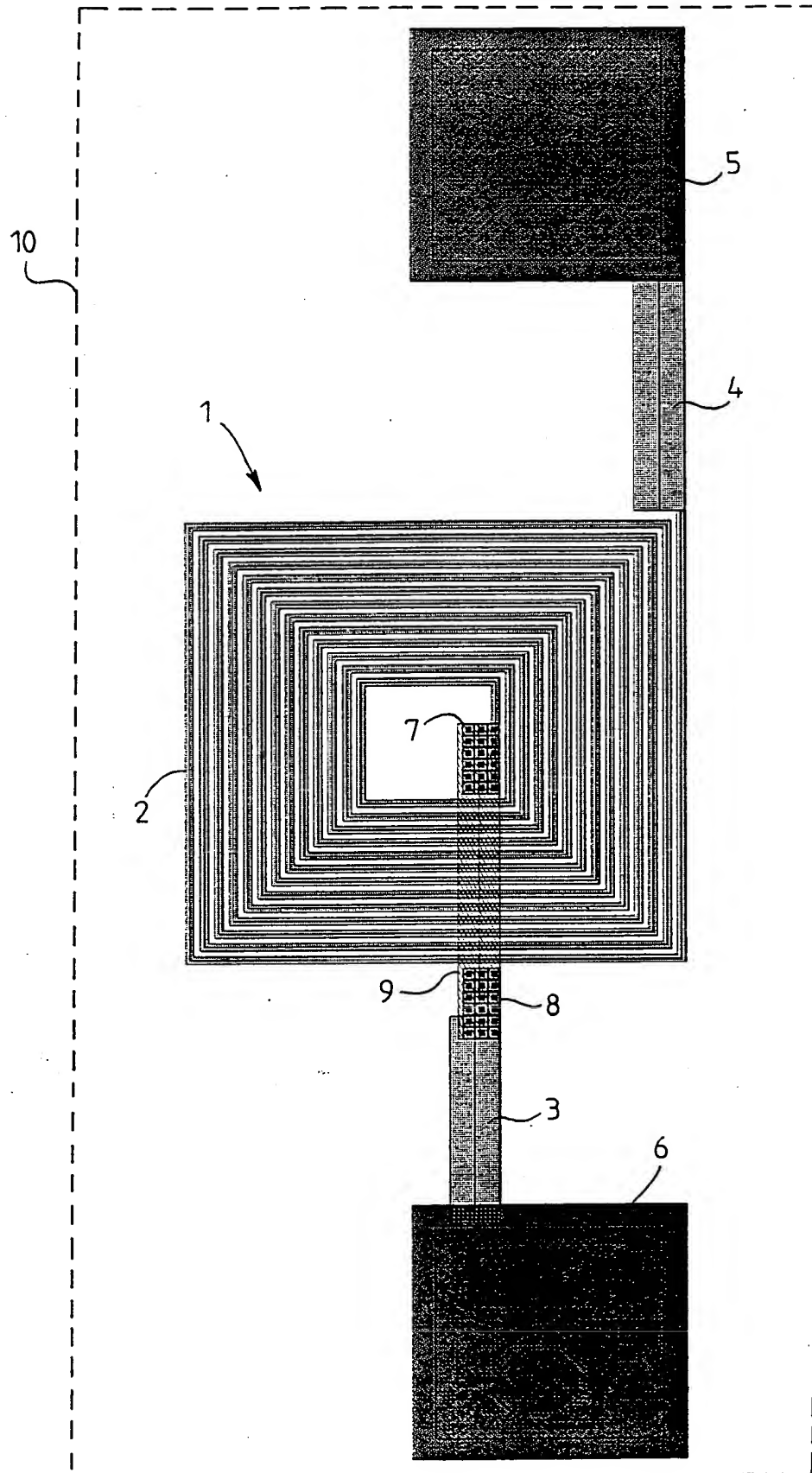
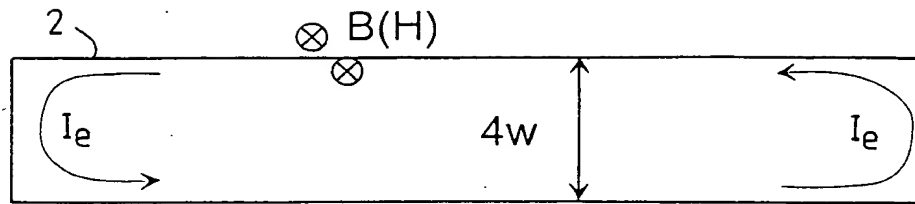


FIG. 1



$$V_e \sim 4w \quad P \sim (4w)^2$$

FIG. 2

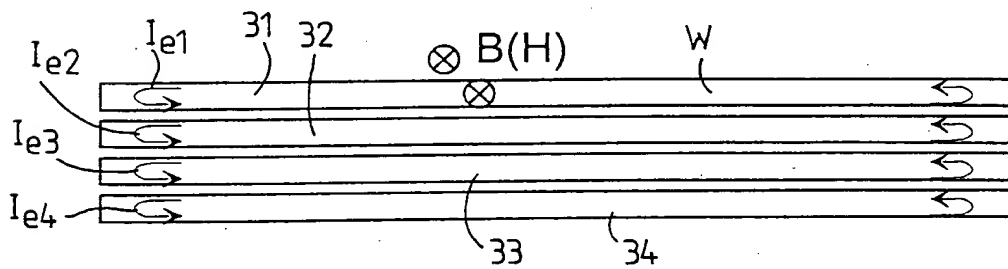


FIG. 3

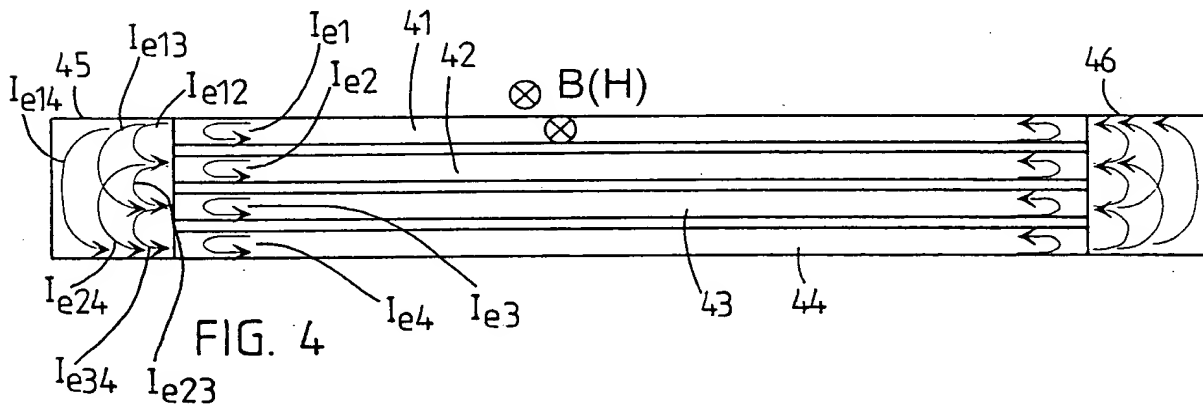


FIG. 4

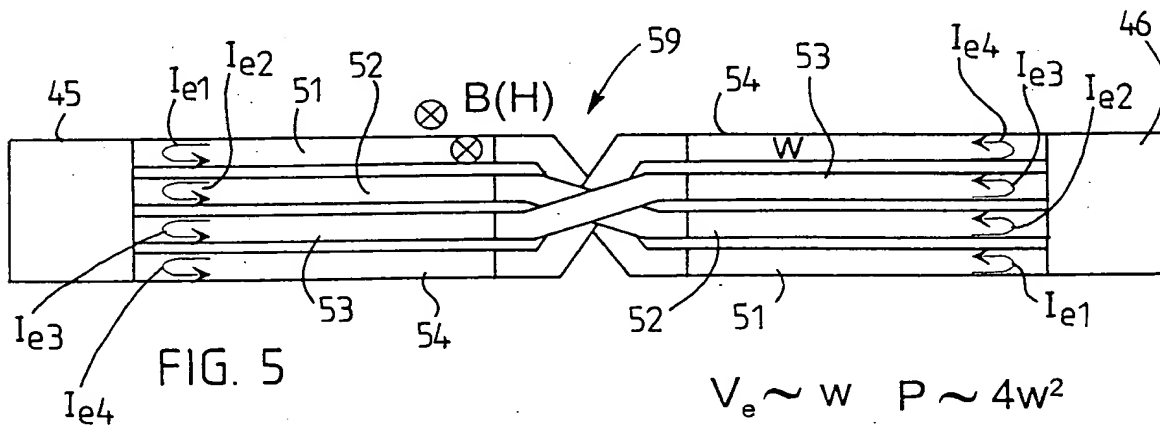


FIG. 5

$$V_e \sim w \quad P \sim 4w^2$$

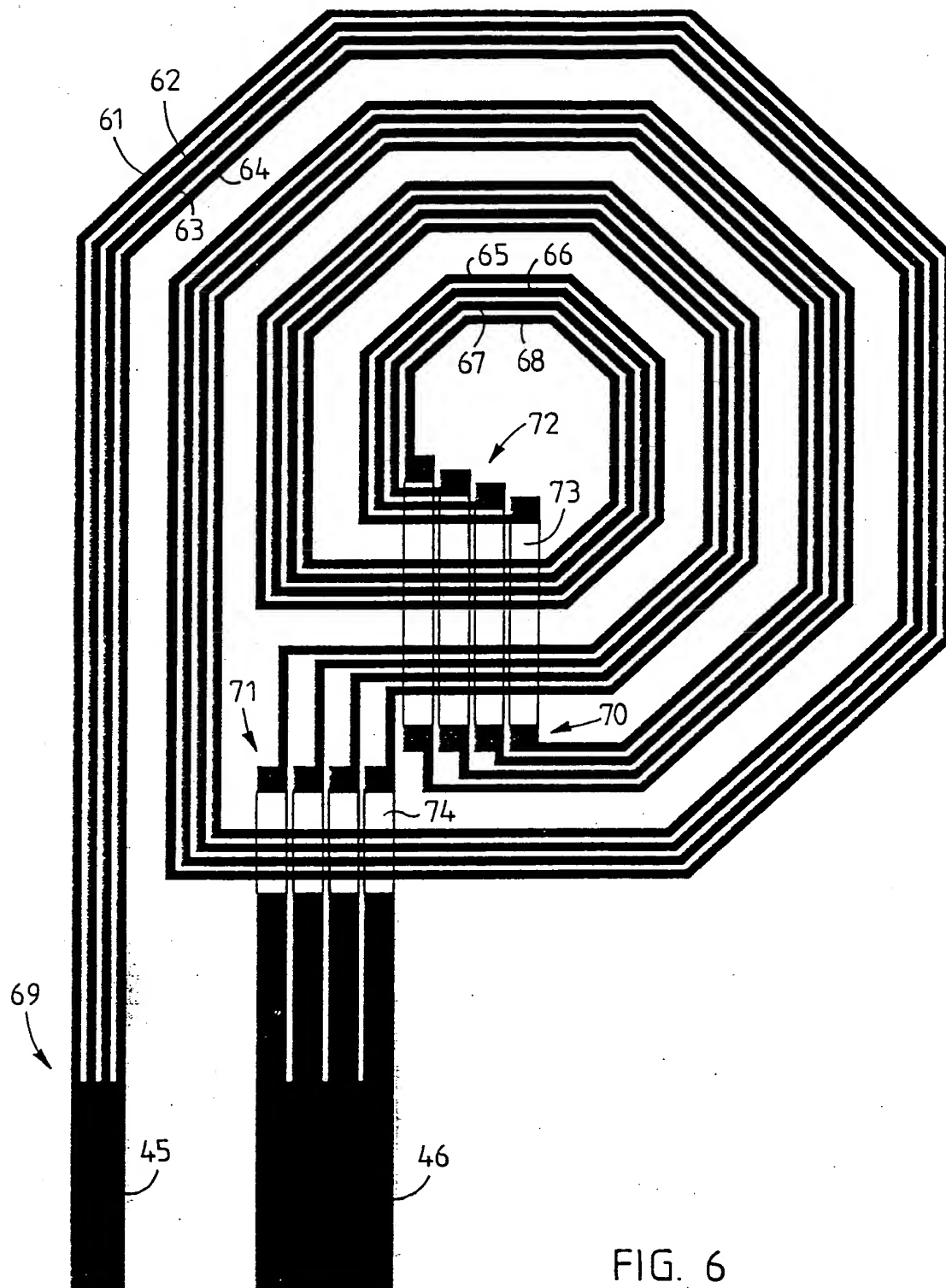


FIG. 6

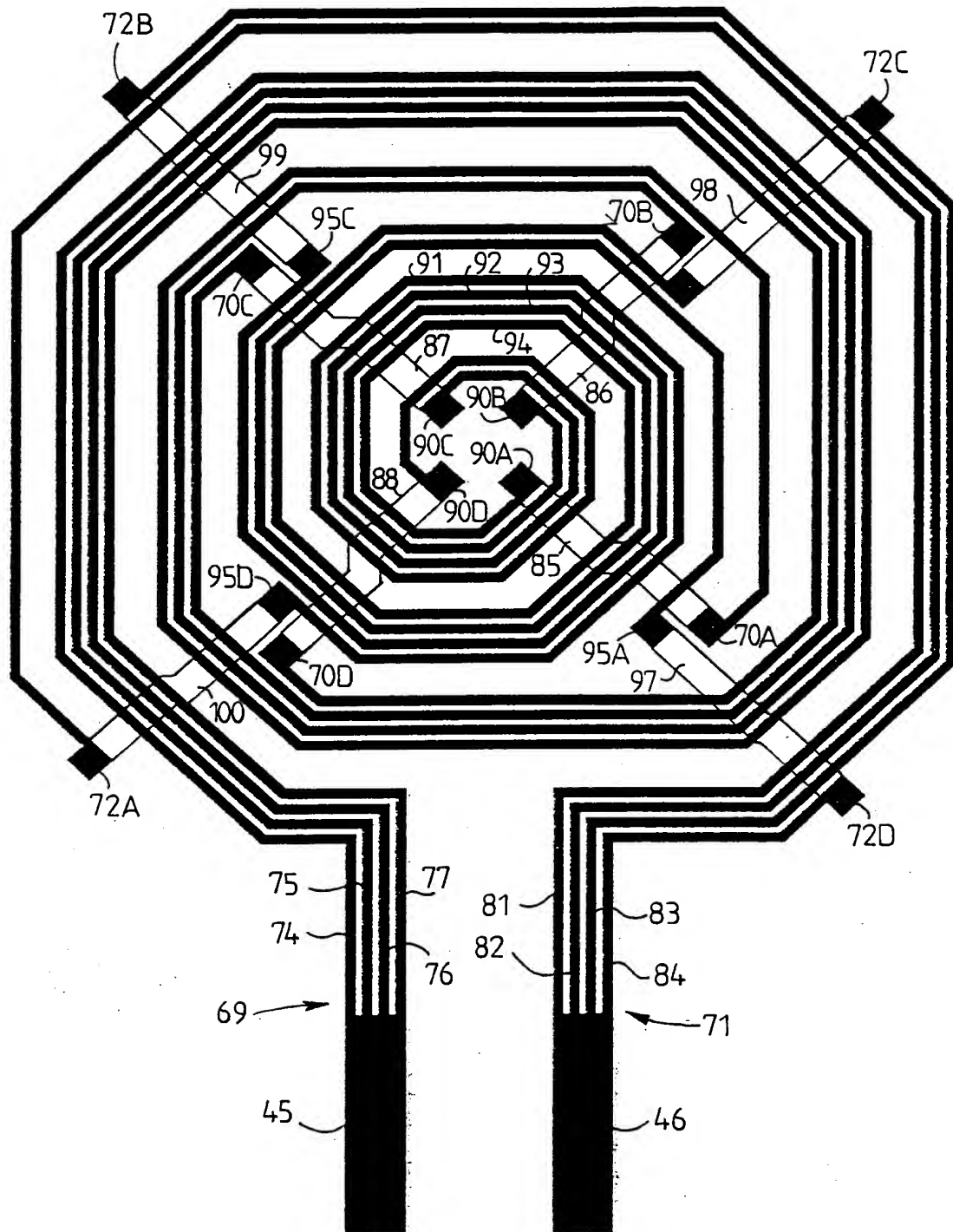


FIG. 7

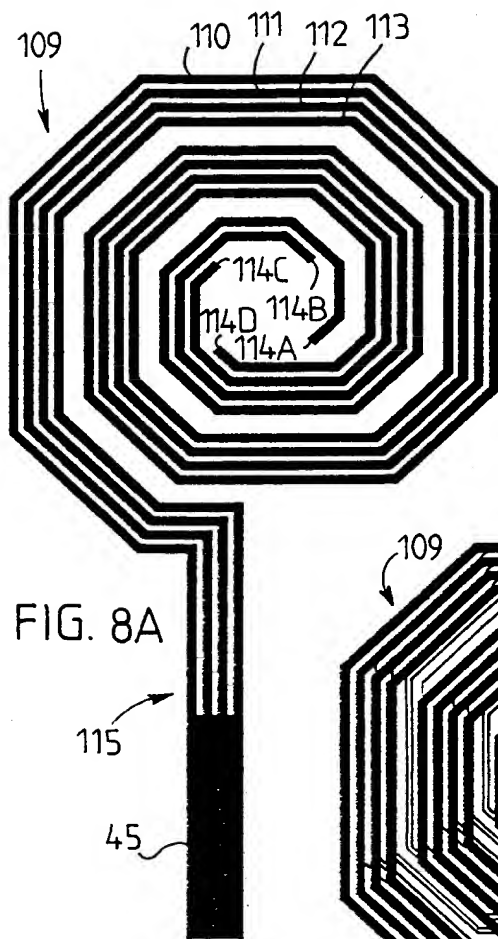


FIG. 8A

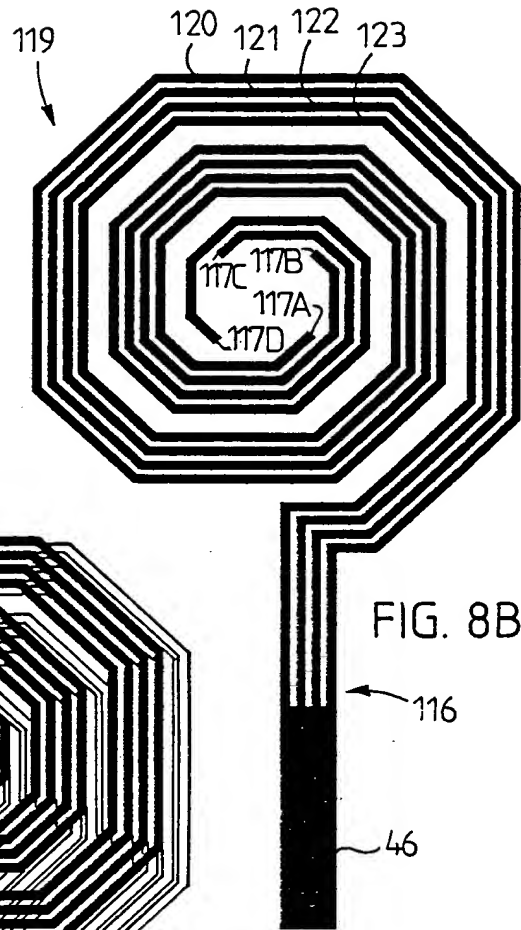


FIG. 8B

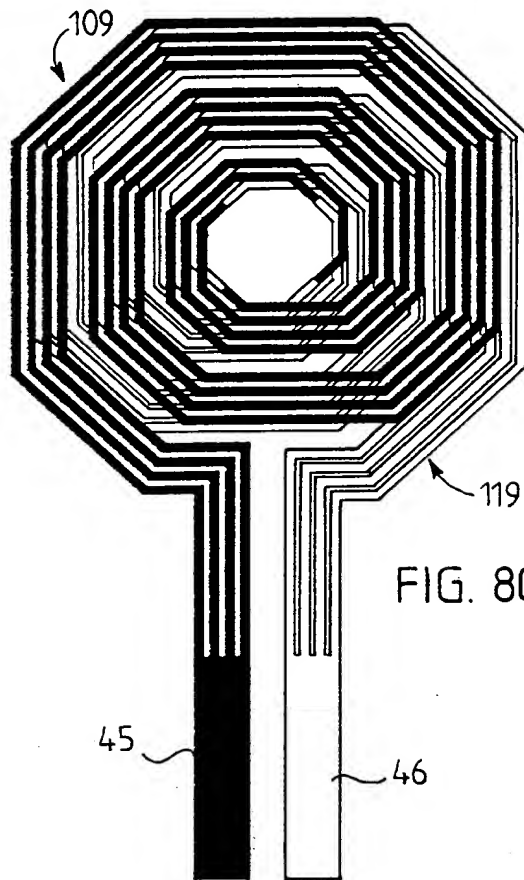


FIG. 8C